

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-91436

(43) 公開日 平成9年(1997)4月4日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 6 T 7/00
17/00

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 15/62

技術表示箇所

4 1 5
3 5 0 A

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-269322

(22) 出願日 平成7年(1995)9月21日

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1

(72) 発明者 内藤 貴志

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

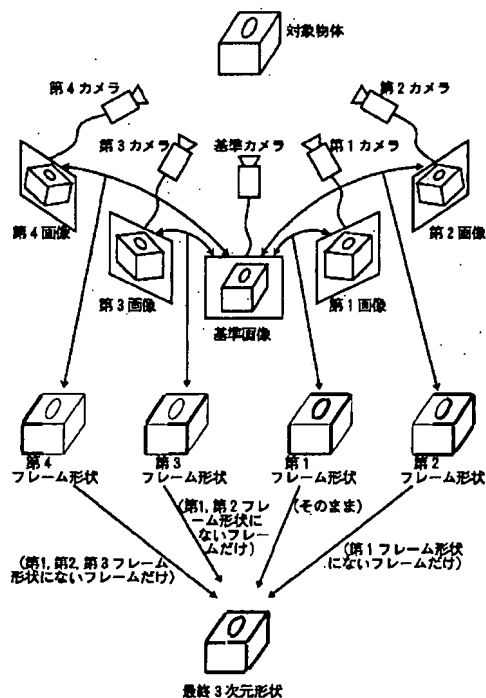
(74) 代理人 弁理士 藤谷 修

(54) 【発明の名称】 画像処理方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】画像処理装置において物体の正確な3次元形状を高速で認識すること。

【解決手段】それぞれ、少なくとも異なる3つの位置から物体を撮像して、基準画像、第1画像、第2画像を得て、基準画像及び第1画像の各エッジセグメント間で対応するセグメント及び点を求め、この対応情報に基づき基準画像中のエッジセグメントより物体のフレーム形状を第1フレーム形状として算出する。又、基準画像及び第2画像の各エッジセグメント間で対応するセグメント及び点を求め、この対応情報に基づき、基準画像中のエッジセグメントより物体のフレーム形状を第2フレーム形状として算出する。基準画像のエッジセグメントに第1フレーム形状を復元した後、第1フレーム形状で復元されなかった基準画像のエッジセグメント部分に第2フレーム形状を復元することにより、第1フレーム形状と第2フレーム形状とを統合する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも3つの異なる位置から物体を撮像して得られる基準画像、第1画像、第2画像とを用いて前記物体の形状を認識する画像処理方法において、前記基準画像と第1画像とから抽出されたエッジセグメントの対応関係を用いて、前記基準画像中のエッジセグメントより物体のフレーム形状を第1フレーム形状として算出し、前記基準画像と第2画像とから抽出されたエッジセグメントの対応関係を用いて、前記基準画像中のエッジセグメントより物体のフレーム形状を第2フレーム形状として算出し、前記基準画像のエッジセグメントに対応して前記第1フレーム形状を復元した後、第1フレーム形状で復元されなかった基準画像のエッジセグメント部分に対応する前記第2フレーム形状を復元することにより、第1フレーム形状と第2フレーム形状とを統合することを特徴とする画像処理方法。

【請求項2】少なくとも3つの異なる位置から物体を撮像して得られる基準画像、第1画像、第2画像とを用いて前記物体の形状を認識する画像処理方法において、前記基準画像と第1画像とから抽出されたエッジセグメントの対応関係を用いて、前記基準画像中のエッジセグメントより物体のフレーム形状を第1フレーム形状として算出し、前記基準画像と第2画像とから抽出されたエッジセグメントの対応関係を用いて、前記基準画像中のエッジセグメントのうち前記第1フレーム形状に対応しないエッジセグメントより物体のフレーム形状を第2フレーム形状として算出し、前記第1フレーム形状と前記第2フレーム形状とを統合して物体のフレーム形状とすることを特徴とする画像処理方法。

【請求項3】物体を複数の位置から撮像して得られる画像から物体の形状を認識する画像処理装置において、基準位置より前記物体を撮像して得られる基準画像及び前記基準位置と異なる第1の位置より前記物体を撮像して得られる第1画像より抽出されたエッジセグメントにおいて、それぞれの画像のエッジセグメント間で対応するエッジセグメント及び点を求め、該対応情報に基づき基準画像中のエッジセグメントより物体のフレーム形状を第1フレーム形状として算出する第1形状演算手段と、基準位置より前記物体を撮像して得られる基準画像、及び、前記基準位置及び前記第1の位置と異なる第2の位置より前記物体を撮像して得られる第2画像より抽出されたエッジセグメントにおいて、それぞれの画像のエッジセグメント間で対応するエッジセグメント及び点を求め、該対応情報に基づき基準画像中のエッジセグメントより物体のフレーム形状を第2フレーム形状として算出

する第2形状演算手段と、

前記基準画像のエッジセグメントに対応して前記第1フレーム形状を復元した後、第1フレーム形状で復元されなかった基準画像のエッジセグメント部分に対応する前記第2フレーム形状を復元することにより、第1フレーム形状と第2フレーム形状とを統合する統合手段とを有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項4】物体を複数の位置から撮像して得られる画像から物体の形状を認識する画像処理装置において、基準位置より前記物体を撮像して得られる基準画像及び前記基準位置と異なる第1の位置より前記物体を撮像して得られる第1画像より抽出されたエッジセグメントにおいて、それぞれの画像のエッジセグメント間で対応するエッジセグメント及び点を求め、該対応情報に基づき基準画像中のエッジセグメントより物体のフレーム形状を第1フレーム形状として算出する第1形状演算手段と、

基準位置より前記物体を撮像して得られる基準画像、及び、前記基準位置及び前記第1の位置と異なる第2の位置より前記物体を撮像して得られる第2画像より抽出されたエッジセグメントのうち前記第1フレーム形状に対応しないエッジセグメントより物体のフレーム形状を第2フレーム形状として算出する第2形状演算手段と、前記第1フレーム形状と前記第2フレーム形状とを統合して物体のフレーム形状とする統合手段とを有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項5】画像処理装置は、基準位置より前記物体を撮像して得られる基準画像よりエッジセグメントを抽出する基準画像入力手段と、前記基準位置と異なる第1の位置より前記物体を撮像して得られる第1画像よりエッジセグメントを抽出する第1画像入力手段と、

前記基準位置及び前記第1の位置と異なる第2の位置より前記物体を撮像して得られる第2画像よりエッジセグメントを抽出する第2画像入力手段とを有することを特徴とする請求項3又は4に記載の画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、物体を複数の位置から撮像し、得られる各画像を処理することで物体の形状を把握するようにした画像処理方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、3次元空間中の物体の形状、位置を得る方法として、例えば、2つの撮像装置により物体を右方向と左方向とから撮像し、得られた左濃淡画像と右濃淡画像（以下、この2つの画像を併せて、「左右画像」と言う）間における明るさの類似性、又は、エッジなどの形状特徴情報から、左右画像間の対応付けを行い、三角測量の原理により各点、又は、各領域の奥行き

距離を得る方法、いわゆるステレオ立体視法が知られている。

【0003】ここで、左右画像間の対応付け、いわゆる対応点探索では、一般に撮像装置、例えば、CCDカメラの幾何学的配置から得られるエピポーラライン（射影直線）拘束を用いて対応候補点を決定することで、探索効率を向上させている。さらには、相関のウィンドサイズを変化させる、エッジの連結性を考慮し対応度を計算する、又は、3台以上の撮像装置から得られるエピポーラ拘束を用いて対応点の曖昧さをより解消しようとする、等の方法が試みられている。

【0004】特に、対象物体の各領域、又は、エッジ点の距離情報のみならず、3次元の形状情報を得ようとする場合には、エッジなどの特徴から線分、2次曲線などのセグメントを抽出し、左右のセグメント同志の対応を求め、三角測量により各セグメントの3次元位置を求める方法が広く知られている。

【0005】しかしながら、一組の左右画像からでは、オクリュージョン、ノイズ、セグメントの途切れなどにより左右セグメント間で対応が得られなかったり、エピポーラに対して水平な形状のため3次元形状として復元されなかったりする場合が頻繁に生じる。このため、複数の視点から得られた画像間で立体視を行い、各視点で得られた3次元形状を統合することにより、より完全な3次元形状を復元しようとする方法が提案されている。ここで、各視点から得られた3次元形状の統合は、各セグメント、特に各線分が構成する閉塞領域から平面を推定し、その面情報を判定することで実現している（例えば、特開昭63-244174号、特開平3-268069号公報）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】以上に述べた対象物体を撮像し、その画像情報から物体の3次元形状、位置を得る従来の方法には、以下の問題点がある。

【0007】1. 積木のような単純の形状とは異なり、より複雑な形状をした一般的な物体（例えば工業部品）に対しては、左右画像間でエッジの見え方、セグメントの連結状態、セグメントの形状などが一致しないことが多く、セグメント間で対応を求める方法では、正しい対応情報を得ることは困難である。

【0008】2. また従来の方法では各線分が構成する閉塞領域から平面を推定し、その面情報を用いて各視点から得られるセグメントの統合を行っているが、一般には各セグメントが閉塞領域を構成するとは限らず、むしろ閉塞領域が得られない場合が多いため、このような手法では推定に多くの曖昧さを含むことになり、結果的に上記手法によるセグメントの統合は困難である。

【0009】3. さらに、各視点から得られるセグメントも、実際には同一対象から得られたセグメントにもかかわらず、1. に述べた理由及びカメラキャリブレーション

の誤差などにより、長さ、形状種類、位置などが一致しないのが一般的であり、各視点から得られたセグメントの同一性を判断し統合することは難しい。

【0010】本発明は上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的は、画像処理装置において、物体の正確な3次元形状を認識することである。特に、左右の画像間で、特徴（例えば、セグメントの位置、形状、長さなど）が一致していなくとも、正しい対応を求め、その対応情報と特徴の情報から対象の形状、例えば、3次元形状あるいは2次元形状を得ることができるようにすることである。又、対象物体からより完全な形状を復元するために、異なる視点から撮像を行い、それら視点からの特徴を統合する過程において、平面の推定によるような曖昧さを伴う判定を行わずに正確な物体の形状を認識することである。さらに、各視点から得られる特徴（例えば、セグメントの長さ、形状、位置など）の同一性が損なわれていても、又、それらの特徴が閉塞領域又は平面を構成していなくても、信頼性良く特徴の統合及び形状の復元を可能とすることである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本方法発明は、少なくとも3つの異なる位置から物体を撮像して得られる基準画像、第1画像、第2画像とを用いて物体の形状を認識する画像処理方法において、次の処理を行うことを特徴とする。第1に、基準画像と第1画像とから抽出されたエッジセグメントの対応関係を用いて、基準画像中のエッジセグメントより物体のフレーム形状を第1フレーム形状として算出する。第2に、基準画像と第2画像とから抽出されたエッジセグメントの対応関係を用いて、前記基準画像中のエッジセグメントより物体のフレーム形状を第2フレーム形状として算出する。第3に、基準画像のエッジセグメントに対応して第1フレーム形状を復元した後、第1フレーム形状で復元されなかった基準画像のエッジセグメント部分に対応する前記第2フレーム形状を復元することにより、第1フレーム形状と第2フレーム形状とを統合する。

【0012】又、他の方法発明は、第2フレーム形状を算出する場合に、第1フレーム形状として得られていない基準画像のエッジセグメントから第2フレーム形状が算出され、そのように演算された第1フレーム形状と第2フレーム形状との単純な加算から物体全体のフレーム形状を求めるものである。

【0013】又、装置発明は、基準画像及び第1画像の各エッジセグメント間で対応するエッジセグメント及び点を求め、この対応情報に基づき基準画像中のエッジセグメントより物体のフレーム形状を第1フレーム形状として算出する第1形状演算手段と、基準画像及び第2画像の各エッジセグメント間で対応するエッジセグメント及び点を求め、この対応情報に基づき、基準画像中のエッジセグメントより物体のフレーム形状を第2フレーム

形状として算出する第2形状演算手段と、基準画像のエッジセグメントに対応して第1フレーム形状を復元した後、第1フレーム形状で復元されなかった基準画像のエッジセグメント部分に対応する第2フレーム形状を復元することにより、第1フレーム形状と第2フレーム形状とを統合する統合手段とを設けたことを特徴とする。

【0014】又、他の装置発明は、第2形状演算手段が、第1フレーム形状として得られていない基準画像のエッジセグメントから第2フレーム形状を算出するものであり、統合手段が第1フレーム形状と第2フレーム形状との単純な加算から物体全体のフレーム形状を求めるものである。

【0015】又、上記の装置に、基準画像を得てエッジセグメントを抽出する基準画像入力手段と、第1画像を得てエッジセグメントを抽出する第1画像入力手段と、第2画像を得てエッジセグメントを抽出する第2画像入力手段とを付加しても良い。又、本装置は、オフラインで得られた画像を処理する装置であっても、物体の撮像と物体の形状の認識処理とを一連の処理として実行する装置であっても良い。尚、本発明の画像処理方法及びその装置は、少なくとも異なる3つの位置から物体を撮像しておれば良く、4つ以上の異なる位置から物体を撮像するものであっても良い。

【0016】

【発明の作用及び効果】3次元空間中の物体の形状、位置を、物体を撮像した画像から得る画像処理方法において、物体のより完全な形状を求めるために、複数の視点から撮像した画像を用いて処理を行う。その際、図1、図4に示すように、基準画像、例えば、両眼立体視における左画像を設定し、その視点は固定し、一方それと組になる画像、例えば、右画像については、視点を移動させながら、より多くの形状が復元されるよう、複数視点からの画像を得る。

【0017】このように、視点を固定した一つの基準画像を設定して、それと組になる他方の画像の視点を移動させ、常に基準画像をベースとして対応点探索、形状復元を行うことで、複雑な処理による統合判定をすることなく、できるだけ完全な対象物体の形状、例えば、3次元形状又は2次元形状を画像から求める。

【0018】例えば、エッジをベースとして両眼立体視を行った場合、左右の画像からエッジを抽出する。次に、エッジから線分及び2次曲線のセグメントを得て、左画像のエッジと右画像のエッジとの間の対応付けを行う。このときセグメントの情報も利用して信頼性良く対応点を求めて、その対応点情報とセグメント情報から物体の3次元のフレーム形状を求める。

【0019】このとき図1に示すように、まず基準画像と第1画像との間でセグメントの対応関係と対応点とを求め、その情報を用いて基準画像中のセグメントから3次元の第1フレーム形状を求める。同様に、基準画像と

第2画像との間においてセグメントの対応関係と対応点とを求め、その情報を用いて基準画像中のセグメントから3次元の第2フレーム形状を求める。他の画像についても同様に、第3フレーム形状、第4フレーム形状等が求められる。

【0020】次に、上記のようにして求められた複数のフレーム形状の統合が行われる。即ち、基本画像のエッジセグメントに対応して第1フレーム形状をそのまま採用することで、物体の3次元形状を復元する。次に、基本画像のエッジセグメントにおいて、未だ、3次元形状に復元されていないエッジセグメントだけ、第2フレーム形状から抽出して、物体の3次元形状を復元し、さらに、基本画像のエッジセグメントにおいて、未だ、3次元形状に復元されていないエッジセグメントだけ、第3フレーム形状から抽出して、物体の3次元形状を復元するという操作を繰り返し実行する。このような統合操作により、最終的な物体の3次元形状が復元される。

【0021】又、図4に示すように、順次、第1～第4の各フレーム形状を求める時に、既に、フレーム形状が求められている基本画像のエッジセグメントについては、フレーム形状として求めないようにすることもできる。この場合には、各フレーム形状を統合して物体の最終的な3次元形状を求めるとき、統合操作は、各フレーム形状の単純な加算で良い。

【0022】以上の方法によれば、基準画像のセグメントを基準として、3次元形状への復元処理が行われ、既に、3次元形状に復元されているセグメントに対しては、それ以上の形状復元の処理は行われない。即ち、基準画像と、ある視点から撮像された画像との関係において、基準画像中の対応するセグメントが3次元形状に復元されるが、この後の処理、即ち、基準画像と他の視点から撮像された画像との間でセグメントの対応関係を求めるとき、既に3次元形状として採用されているセグメントは除外される。よって、不必要な対応関係を演算することもなく、さらに、3次元形状の1つの要素に対応するセグメントの候補が複数することもないため、これらのセグメントの候補を統合するための判定処理を行う必要もない。従って、実際には3次元形状の異なる要素に対応するセグメントであるにもかかわらず、それらのセグメントを対応関係があると判定したり、逆に、対応関係があるにも係わらず、対応関係がないと判定する等の従来の画像処理方法では良く発生した問題を解決することができる。又、上記の無駄な演算を行うことがないため、処理が単純化し、処理速度も向上する。

【0023】又、本発明では、基本的にエッジベースの対応点探索であるため、セグメントの閉塞性や左右の一致性が保たれていなくても信頼性良く3次元形状が求められる。さらには、複数の視点を利用することで、結果的に3眼視的效果を利用することができ、例えば、基準画像と第i画像との対応点を求める際に、他の視点の画

像（第 j 画像）を対応候補選定の検証に用いたり、また既に基準画像との対応が得られた第 j 画像との対応点情報を用いて第 i 画像の探索領域を設定したりするなどして、効率良く、且つ、信頼性良く対応点を求め、形状を復元することが出来る。ここでは、エッジをベースとして線分、楕円からなる3次元形状を復元する例を示したが、本手法によれば、その他の形状（点や平面など）や、領域などの3次元復元にも応用できる。さらに、ここでは3次元形状の復元を示したが、2次元形状の復元にも適用は容易である。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図2は、実施例に係る画像処理装置の構成を示したブロック図である。図示しない物体を異なる n 点から撮像するために n 台のカメラ $C1 \sim Cn$ が設けられている。各カメラ $C1 \sim Cn$ は、それらのカメラ $C1 \sim Cn$ から出力される各画像信号を、それぞれ、記憶する画像メモリ（フレームグラバ） $F1 \sim Fn$ に接続されている。各画像メモリ $F1 \sim Fn$ に記憶されている画像データはデータベース3を介してコンピュータ5により読み取り可能である。コンピュータ5は入力した画像データを処理して、物体の3次元形状の認識を行う。又、各カメラ $C1 \sim Cn$ で撮像した画像は、モニタ $M1 \sim Mn$ に、それぞれ、表示することができる。

【0025】図1は、本実施例装置の実行する物体の3次元形状の復元処理を示した説明図である。基準となる位置に配置されたカメラを基準カメラ、基準カメラにより撮像された画像を基準画像といい、基準カメラと異なる視点に配置された i 番目のカメラを第 i カメラといい、それからの画像を第 i 画像という。又、基準画像と第 i 画像とを用いて復元された3次元形状を第 i フレーム形状という。さらに、全ての（ $n-1$ 個）フレーム形状を統合した3次元形状を最終3次元形状という。尚、図1では、基準カメラと第1カメラから第4カメラまでの5台（ $n=5$ ）のカメラが使用されており、得られる画像とフレーム形状は、第1画像から第4画像、第1フレーム形状から第4フレーム形状までの4個（ $n-1$ ）の画像、形状が得られる。

【0026】図3は、コンピュータ5の処理手順を示したフローチャートである。以下、図3に基づき、図2に示した最終3次元形状を求めるための処理手順について説明する。ステップ100では、基準カメラに撮像の指令して、基準画像が画像メモリ $F1$ に入力される。次に、ステップ102で、その基準画像に適当なエッジ抽出オペレータを作用させて、画像のエッジが抽出される。次に、ステップ104でそのエッジがセグメント化され、各セグメントに対して2次元の形状抽出が行われる。例えば、あるセグメントに対して、直線及び2次曲線近似計算を行うことで、線分、楕円弧、円弧等が抽出される。

【0027】一方、第1カメラに対しても同様に撮像指令が与えられ、基準画像と同様な処理が実行される。即ち、画像入力（ステップ200）、エッジ抽出（ステップ202）、セグメント化及びセグメントの2次元形状の抽出（ステップ204）の各処理が行われる。

【0028】そして、ステップ206において、基準画像と第1画像との間で対応点探索が実行され、基準画像から抽出された各セグメントの奥行き距離情報が演算される。次に、ステップ208において、その距離情報とステップ104で得られた基準画像におけるセグメントの2次元形状とから、そのセグメントの3次元形状が復元され、即ち、第1フレーム形状が求められ、メモリの3次元形状テーブルに登録される。

【0029】この時、実際の画像においては、ノイズやオクリュージョンの影響によって基準画像中の一部の2次元形状しか3次元形状に復元されないことが多い。このため、基準画像からより完全に3次元形状を復元するために、次に第1画像とは異なる視点から得られる第2画像と基準画像とを用いて3次元形状の復元処理が実行される。

【0030】第1画像の処理と同様に、画像入力（ステップ300）、エッジ抽出（ステップ302）、セグメント化及び2次元形状抽出（ステップ304）が行われ、基準画像との間で対応点探索（ステップ306）、セグメントの3次元形状の復元（ステップ308）が実行される。この3次元形状の復元処理においては、基準画像において、未だ、3次元形状への復元が行われいないセグメントについてのみ実行される。即ち、第2画像の処理においては、ステップ208の第1画像での復元処理で復元できないセグメントについて実行される。そして、3次元形状の復元処理が実行されたセグメントは、第2フレーム形状として、3次元形状テーブルに追加登録される。これにより、基準画像と第1画像の間では復元されなかった基準画像の2次元形状の一部が復元される。

【0031】上記と同様な処理が、第3、第4カメラによって得られた第3画像、第4画像に関して実行され、第3フレーム形状、第4フレーム形状が求められる。この時も、同様に、基準画像において、未だ、3次元形状に復元されていないセグメントに関してのみ実行される。尚、さらに多くの n 個のカメラを用いても、同様な処理が繰り返し実行されるだけで、より正確に物体の3次元形状が復元される。

【0032】以上のように、画像からより完全な形状を復元するために、異なる視点から得られた3次元形状を統合する過程において、常に、基準画像の2次元形状セグメントを参照することで、統合判定における曖昧性を除去することができ、さらに、判定処理を必要としないため処理の高速化が可能である。さらには、複数の視点を利用することで、例えば、3眼視により精度良く効率

的に対応点を求めることができる。例えば、基準画像と第*i*画像との対応点を求める際に、他の視点の画像(第*j*画像)を対応候補選定の検証に用いたり、又、既に、基準画像との対応が得られた第*j*画像との対応点情報を用いて第*i*画像の探索領域を設定したりするなどして、探索領域の限定による処理の高速化、誤対応の除去による信頼度の向上が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による画像処理の方法を示した説明図。

【図2】本発明の具体的な実施例の画像処理装置を示した

たブロック図。

【図3】同実施例装置の処理手順を示したフローチャート。

【図4】本発明による画像処理の他の方法を示した説明図。

【符号の説明】

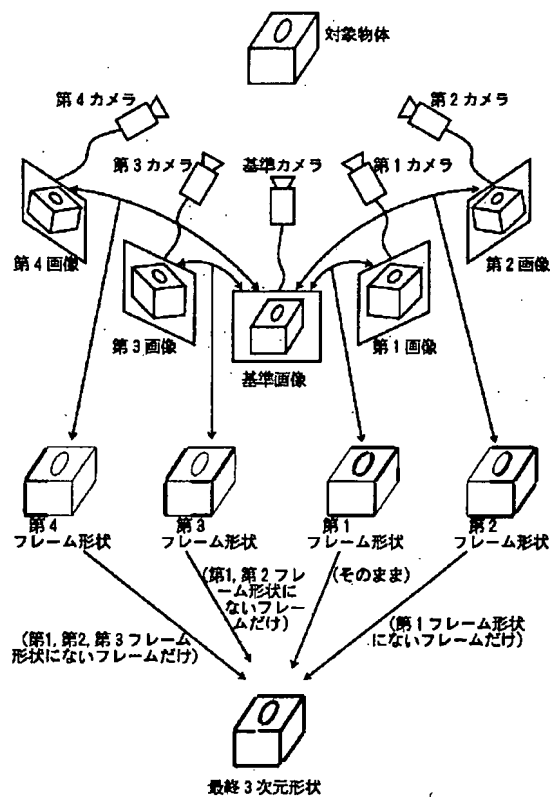
5…コンピュータ

C1～Cn…カメラ

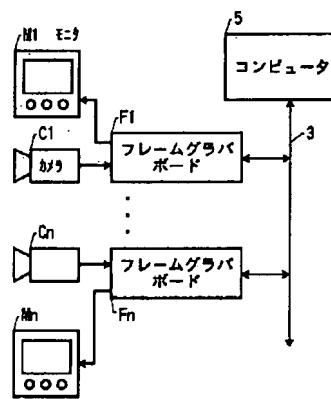
F1～Fn…画像メモリ

M1～Mn…モニタ

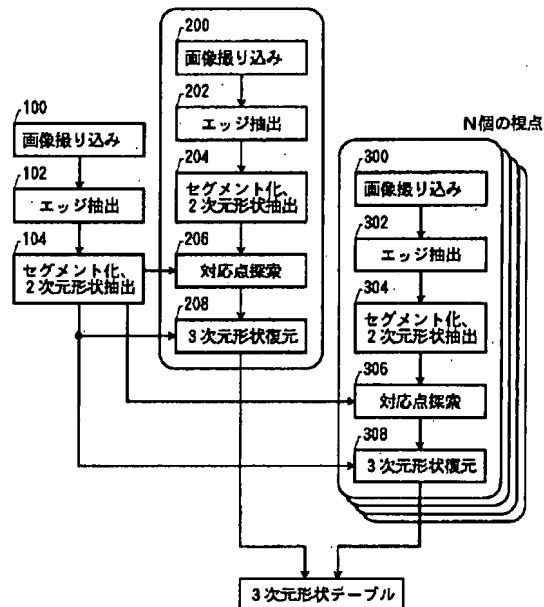
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

